

PATENTS

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Takashi TAKABE

Examiner: Unassigned

Serial No: 10/634,098

Art Unit: Unassigned

Filed: August 4, 2003

Docket: 16920

For: METHOD FOR DESIGNING
INTERCONNECTS IN AN LSI

Dated: September 11, 2003


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM OF PRIORITY

Sir:

Applicants in the above-identified application hereby claim the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submit a certified copy of Japanese Patent Application No. 2002-226987 filed August 5, 2002.

Respectfully submitted,


Paul J. Esatto, Jr.
Registration No.: 30,749

Scully, Scott, Murphy & Presser
400 Garden City Plaza
Garden City, New York 11530
(516) 742-4343

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.8(a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on September 11, 2003.

Dated: September 11, 2003


Paul J. Esatto, Jr.

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-226987

[ST.10/C]:

[JP2002-226987]

出 願 人

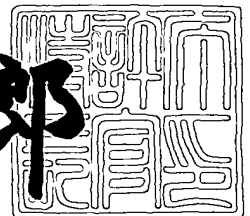
Applicant(s):

NECエレクトロニクス株式会社

2003年 4月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3028423

【書類名】 特許願
【整理番号】 74510268
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06F 17/50
H01L 21/82

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日
本電気株式会社内

【氏名】 高部 隆

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082935

【弁理士】

【氏名又は名称】 京本 直樹

【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100082924

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 修一

【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100085268

【弁理士】

【氏名又は名称】 河合 信明

【電話番号】 03-3454-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008279

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115699

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線設計方法および配線設計プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する配線設計方法において、
回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子電流の正成分平均値および負成分平均値とし、
前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフで前記ネットの配線を表し、
連続した番号を前記節点にそれぞれ付加し、前記枝の両端節点を番号の小，大に対応して正節点，負節点とし、正節点から負節点へ流れる枝電流の方向を正方向とし、前記枝の正節点側，負節点側に対応して前記端子の集合を正節点端子集合，負節点端子集合に分割し、
前記正節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の正成分平均値とし、前記正節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の負成分平均値とすることを特徴とする配線設計方法。

【請求項 2】 前記枝電流の正成分平均値および負成分平均値から大きい値を各枝でそれぞれ求めて、前記ネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計する、請求項 1 記載の配線設計方法。

【請求項 3】 回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する配線設計方法において、
回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子

電流の正成分平均値および負成分平均値とし、

前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフの構造が未定の場合、前記端子の集合を部分集合およびその補集合に2分割し、前記部分集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記補集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択して枝電流とし、この枝電流を部分集合ごとにそれぞれ求め、これら枝電流の最大値に基づき、ネット内の配線を一律に設計することを特徴とする配線設計方法。

【請求項4】 回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する処理をコンピュータに実行させる配線設計プログラムにおいて、

前記処理が、回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子電流の正成分平均値および負成分平均値とし、

前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフで前記ネットの配線を表し、

連続した番号を前記節点にそれぞれ付加し、前記枝の両端節点を番号の小，大に対応して正節点，負節点とし、正節点から負節点へ流れる枝電流の方向を正方向とし、前記枝の正節点側，負節点側に対応して前記端子の集合を正節点端子集合，負節点端子集合に分割し、

前記正節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の正成分平均値とし、前記正節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の負成分平均値とすることを特徴とする配線設計プログラム。

【請求項5】 前記処理が、前記枝電流の正成分平均値および負成分平均値から大きい値を各枝でそれぞれ求めて、前記ネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計する、請求項4記載の配線設計プログラム。

【請求項 6】 回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する処理をコンピュータに実行させる配線設計プログラムにおいて、

前記処理が、回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子電流の正成分平均値および負成分平均値とし、

前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフの構造が未定の場合、前記端子の集合を部分集合およびその補集合に 2 分割し、前記部分集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記補集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択して枝電流とし、この枝電流を部分集合ごとにそれぞれ求め、これら枝電流の最大値に基づき、ネット内の配線を一律に設計することを特徴とする配線設計プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、配線設計方法に関し、特に、回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する配線設計方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、この種の配線設計方法は、入出力装置、記憶装置および処理装置を備えて一般的に構成されたコンピュータに、配線設計プログラムをインストールして各コマンド入力に応じて実行させることにより実施され、L S I などの集積回路の開発時に、回路の接続記述であるネットリスト記述に基づき、回路を構成する回路素子を配置し、回路素子の端子を接続する配線を設計するために用いられている。

【0 0 0 3】

従来から、集積回路の電源または接地へ接続される電源配線については、電源

電流値を見積り、電源配線の幅などを設計することは必須事項であり、たとえば、特開昭62-120043号公報、特開平3-204958号公報などに、回路ブロック、格子ごと電源電流値を見積って配線設計する方法が開示されている。また、集積回路内の信号配線についても、動作周波数が高周波になると共に実効電流が大きくなるため、ネットリスト記述を構成し回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線の幅などをそれぞれ設計することが行われ、配線抵抗または電流密度による電圧降下、信号遅延またはエレクトロマイグレーションの発生を防止している。

【0004】

たとえば、図4は、この従来の配線設計方法の例を示す流れ図であり、特開平4-107953号公報に開示されている。この方法では、まず、ステップ41において、論理回路のネットリスト記述および動作テストパターンを使用して論理シミュレーションを行い、ネットの動作回数を求めると共にテスト周期、テストパターン数を求める。また、ネットリスト記述に基づいて、各セルまたは回路素子に単位周波数当たり無負荷時に流れる単位無負荷電流と、各セルまたは回路素子の負荷に依存して単位周波数および負荷容量当たり流れる電流である負荷依存係数とを予め用意する。

【0005】

ステップ42および43において、ネットリスト記述に基づいて、各セルまたは回路素子を自動レイアウトおよび自動配線し、ステップ44において、ネットごとに、自動配線された配線の配線幅、配線長および負荷容量からなる配線情報をそれぞれ求める。

【0006】

ステップ45において、ネットごとに、ステップ41、44において求められた動作回数、テスト周期、テストパターン数、単位無負荷電流、負荷依存係数、配線情報に基づき電流値をそれぞれ算出し、ステップ46において、許容電流値とを比較し、許容電流値を超える場合、ステップ42または43へ戻り、レイアウトまたは配線を変更する処理を繰り返す。

【0007】

このレイアウトまたは配線の変更の結果、各ネットに対応した配線において、たとえば、配線長が短くなって配線抵抗、負荷容量が小さくなり、または、配線幅が広がって、電流密度が小さくなり、配線抵抗または電流密度による電圧降下、信号遅延またはエレクトロマイグレーションの発生を防止できる。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、集積回路がCMOS回路の場合においても、実際の配線は、たとえば、データバスのように、一本のバス線には、複数の出力回路および入力回路が接続され、また、バス線が複雑に分岐する場合がある。この場合、バス線を流れる電流は、動作パターンにより、バス線の各部および各タイミングで電流値が異なり、電流の方向も異なる。しかし、上述した従来の配線設計方法では、ネット内の配線は集中定数回路の電流計算により一律設計されるため、バス線全体も一律設計され、バス線の負荷容量が大きくなり、電流値が増大する問題がある。

【 0 0 0 9 】

この対策としては、ネット内の配線について、配線の各部について配線長、配線幅、配線ピッチに基づき配線抵抗および配線容量をそれぞれ求め、回路シミュレーションにより、回路素子の各端子における電流値を算出すると共に、ネット内の配線の各部についても電流値をそれぞれ算出し配線幅を最適化設計することも可能である。しかし、回路シミュレーションのノード数が増加し、各ネットの回路シミュレーション時間が長大になり、事実上、最適化設計の実行が著しく制限される問題がある。

【 0 0 1 0 】

また、配線のエレクトロマイグレーションは配線の電流密度に最も依存し、その対策としては、動作パターンにより各タイミングで電流値が変化する場合、配線に流れる電流の正成分平均値または負成分平均値が許容電流値を超えないように配線幅を設計する必要がある。また、コンタクト部などの配線の構造によっては、配線に流れる電流の正成分平均値または負成分平均値の一方のみに基づいて配線ピッチを最適化設計する必要がある場合もある。しかし、上述した従来の配線設計方法では、配線全体の負荷容量による交互の充放電を前提として配線の電流

値を計算し、配線の各部に流れる電流の正成分平均値および負成分平均値をそれぞれ求めることができず、最適化設計が難しい。

【 0 0 1 1 】

したがって、本発明は、ネット内の配線の最適化設計を容易化することにある。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

そのため、本発明は、回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する配線設計方法において、回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子電流の正成分平均値および負成分平均値とし、前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフで前記ネットの配線を表し、連続した番号を前記節点にそれぞれ付加し、前記枝の両端節点を番号の小、大に対応して正節点、負節点とし、正節点から負節点へ流れる枝電流の方向を正方向とし、前記枝の正節点側、負節点側に対応して前記端子の集合を正節点端子集合、負節点端子集合に分割し、前記正節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の正成分平均値とし、前記正節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の負成分平均値としている。

【 0 0 1 3 】

また、前記枝電流の正成分平均値および負成分平均値から大きい値を各枝でそれぞれ求めて、前記ネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計している。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する配線設計方法において、
回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子電流の正成分平均値および負成分平均値とし、
前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフの構造が未定の場合、前記端子の集合を部分集合およびその補集合に2分割し、前記部分集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記補集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択して枝電流とし、この枝電流を部分集合ごとにそれぞれ求め、これら枝電流の最大値に基づき、ネット内の配線を一律に設計している。

【 0 0 1 5 】

また、本発明は、回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する処理をコンピュータに実行させる配線設計プログラムにおいて、
前記処理が、回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子電流の正成分平均値および負成分平均値とし、
前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフで前記ネットの配線を表し、
連続した番号を前記節点にそれぞれ付加し、前記枝の両端節点を番号の小，大に対応して正節点，負節点とし、正節点から負節点へ流れる枝電流の方向を正方向とし、前記枝の正節点側，負節点側に対応して前記端子の集合を正節点端子集合，負節点端子集合に分割し、
前記正節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の正成分平均値とし、前記正節点端子集合の端子に流れる

端子電流の正成分平均値の和を求め且つ前記負節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求めて小さい値を選択し前記枝の枝電流の負成分平均値としている。

【 0 0 1 6 】

また、前記処理が、前記枝電流の正成分平均値および負成分平均値から大きい値を各枝でそれぞれ求めて、前記ネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計している。

【 0 0 1 7 】

また、本発明は、回路素子の端子の接続を指定するテキスト表現のネットごとに電流値を計算して配線設計する処理をコンピュータに実行させる配線設計プログラムにおいて、

前記処理が、回路シミュレーションにより前記端子の端子電流の波形をそれぞれ求め、前記端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間で割ったものを個別にそれぞれ求め前記端子電流の正成分平均値および負成分平均値とし、

前記端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフの構造が未定の場合、前記端子の集合を部分集合およびその補集合に2分割し、前記部分集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ前記補集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択して枝電流とし、この枝電流を部分集合ごとにそれぞれ求め、これら枝電流の最大値に基づき、ネット内の配線を一律に設計している。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の配線設計方法の実施形態を示す流れ図である。本実施形態の配線設計方法は、従来の配線設計方法と同じく、入出力装置、記憶装置および処理装置を備えて一般的に構成されたコンピュータに配線設計プログラムをインストールし各コマンド入力に応じて実行させることにより実施される。

【 0 0 1 9 】

まず、ステップ11において、SPICE過渡解析などの回路シミュレーションにより、回路を構成する回路素子の端子における端子電流 $I(t)$ の波形をそれぞれ求め、端子に流れ込む端子電流の方向を正方向とし、端子電流の正成分平均値 avg_p および負成分平均値 avg_n を個別にそれぞれ計算する。ここで、端子電流 $I(t)$ の正方向電流および負方向電流の絶対値を個別にそれぞれ積分し動作時間 T で割ったものをそれぞれ正成分平均値 avg_p および負成分平均値 avg_n とする。これら処理を数式で示すと、次の式となる。

$$avg_p = \frac{1}{2T} \int_0^T \{ |I(t)| + I(t) \} dt$$

$$avg_n = \frac{1}{2T} \int_0^T \{ |I(t)| - I(t) \} dt$$

【0020】

ステップ12において、回路素子の端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフでネットの配線をモデル化表現し、グラフの各節点には、連続した番号を付加する。

【0021】

図2は、このネットの配線をモデル化表現した例を示すグラフであり、グラフは、端子○、配線分岐点●を含む節点および枝の集合からなり、各節点には、連続した番号1～8が付加され、各端子の節点1～5には、点線で示したように、たとえば、ネットの配線がデータバスのバス線である場合、バス出力回路またはバス入力回路のP型トランジスタまたはN型トランジスタのドレインまたはゲートがそれぞれ接続される。

【0022】

ステップ13において、枝の両端節点を番号の小、太に対応して正節点、負節点とし、正節点から負節点へ流れる枝電流の方向を正方向とし、枝の正節点側、負節点側に対応して端子の集合を正節点端子集合、負節点端子集合に分割する。

【0023】

ステップ14において、正節点端子集合の端子から流れ出る端子電流の負成分

平均値の和を求め且つ負節点端子集合の端子に流れ込む端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択し枝の枝電流の正成分平均値 I_{avg_p} とする。

また、正節点端子集合の端子に流れ込む端子電流の正成分平均値の和を求め且つ負節点端子集合の端子から流れ出る端子電流の負成分平均値の和を求めて小さい値を選択し枝の枝電流の負成分平均値 I_{avg_n} とする。これら処理を数式で表すと、次の式になる。

$$I_{avg_p} = \min \left(\sum_{m=1}^M a_m \cdot avg_n_m, \sum_{m=1}^M (1-a_m) \cdot avg_p_m \right)$$

$$I_{avg_n} = \min \left(\sum_{m=1}^M a_m \cdot avg_p_m, \sum_{m=1}^M (1-a_m) \cdot avg_n_m \right)$$

【 0 0 2 4 】

ここで、 m 番目の端子が枝の正節点端子集合、負節点端子集合に含まれる場合、 $a_m = 1, 0$ とする。

【 0 0 2 5 】

また、ステップ 1 5 において、枝電流の正成分平均値および負成分平均値から大きい値を各枝でそれぞれ求めて、ネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計する。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、上述した図 1 の配線設計方法におけるステップ 1 3, 1 4 の処理を更に具体的に説明するための説明図である。次に、ネットに対応したグラフにおいて、電流値の計算対象の枝として、図 3 に示すように、たとえば、節点 6, 節点 7 を両端とする枝 6 7 に着目し、枝 6 7 の枝電流の正成分平均値 I_{avg_p} , 負成分平均値 I_{avg_n} を求める処理を具体的に説明する。

【 0 0 2 7 】

まず、枝 6 7 の両端の正節点 6, 負節点 7 の一方をそれぞれ含む 2 つの部分グラフにグラフを 2 分割し、この 2 分割に対応して、回路素子の端子の集合 { 1, 2, 3, 4, 5 } を 2 つの部分集合すなわち正節点端子集合 { 1, 2 }, 負節点

端子集合 { 3 , 4 , 5 } に 2 分割する。

【 0 0 2 8 】

これら正節点端子集合 { 1 , 2 } , 負節点端子集合 { 3 , 4 , 5 } の端子の端子電流は、動作パタンの組み合わせにより、同じ部分集合内の別な端子にも途中で分岐して流れ、全てが枝 6 7 の正節点 6 側, 負節点 7 側の枝電流にならない。しかし、ワーストケースに対応して配線設計するため、正節点端子集合 { 1 , 2 } の端子における端子電流の負成分平均値の和と正成分平均値の和とをそれぞれ求め枝 6 7 の正節点 6 側の正成分平均値および負成分平均値とし、且つ、負節点端子集合 { 3 , 4 , 5 } の端子における端子電流の正成分平均値の和と負成分平均値の和とをそれぞれ求め枝 6 7 の負節点 7 側の正成分平均値および負成分平均値とする。

【 0 0 2 9 】

また、枝 6 7 の正節点 6 側, 負節点 7 側の正成分平均値はそれぞれ最大値であるので、枝 6 7 の枝電流の正成分平均値 I_{avg_p} としては、正節点 6 側, 負節点 7 側の正成分平均値をそれぞれ超えられず、これら正成分平均値から小さい値を選択する。同様に、枝 6 7 の正節点 6 側, 負節点 7 側の負成分平均値はそれぞれ最大値であるので、枝 6 7 の枝電流の負成分平均値 I_{avg_n} としては、正節点 6 側, 負節点 7 側の負成分平均値をそれぞれ超えられず、これら負成分平均値から小さい値を選択する。

【 0 0 3 0 】

上述したように、本実施形態の配線設計方法は、ネットに対応したグラフの構造の決定後に、各ネットの回路シミュレーションの回路ノード数を増加させず、グラフの各枝にそれぞれ流れる枝電流の正成分平均値および負成分平均値を見積ることができる、ネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計でき、各ネットの回路シミュレーション時間が増加せず、ネット内の配線の最適化設計が容易に実行できる。

【 0 0 3 1 】

なお、本実施形態の配線設計方法では、ネットに対応したグラフの構造の決定後にネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計するとして説明した。しかし、

たとえば、ネットの最初の配線設計までは、ネットに対応したグラフの構造が未定である。この場合、予め設定された条件でネット内の配線を一律に初期設計してグラフの構造を決定し、本実施形態の配線設計方法を実施することもできる。

【0032】

また、ネットに対応したグラフの構造が未定の場合、計画問題または全0-1計画問題の解法を適用してネットに流れる電流値を予想し、すなわち、回路素子の端子の集合を部分集合およびその補集合に2分割し、部分集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ補集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択して枝電流とし、この枝電流を部分集合ごとにそれぞれ求め、これら枝電流の最大値に基づき、ネット内の配線を一律に設計することもできる。

【0033】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明による配線設計方法では、ネットに対応したグラフに基づき、各ネットの回路シミュレーションの回路ノード数を増加させず、グラフの各枝にそれぞれ流れる枝電流の正成分平均値および負成分平均値を見積ることができる、ネットの各枝に対応した配線をそれぞれ設計でき、各ネットの回路シミュレーション時間が増加せず、ネット内の配線の最適化設計が容易に実行できるなどの効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の配線設計方法の実施形態を示す流れ図である。

【図2】

図1の配線設計方法におけるステップ12においてネットの配線をモデル化表現した例を示すグラフである。

【図3】

図1の配線設計方法におけるステップ13，14の処理を更に具体的に説明するための説明図である。

【図4】

従来の配線設計方法の例を示す流れ図である。

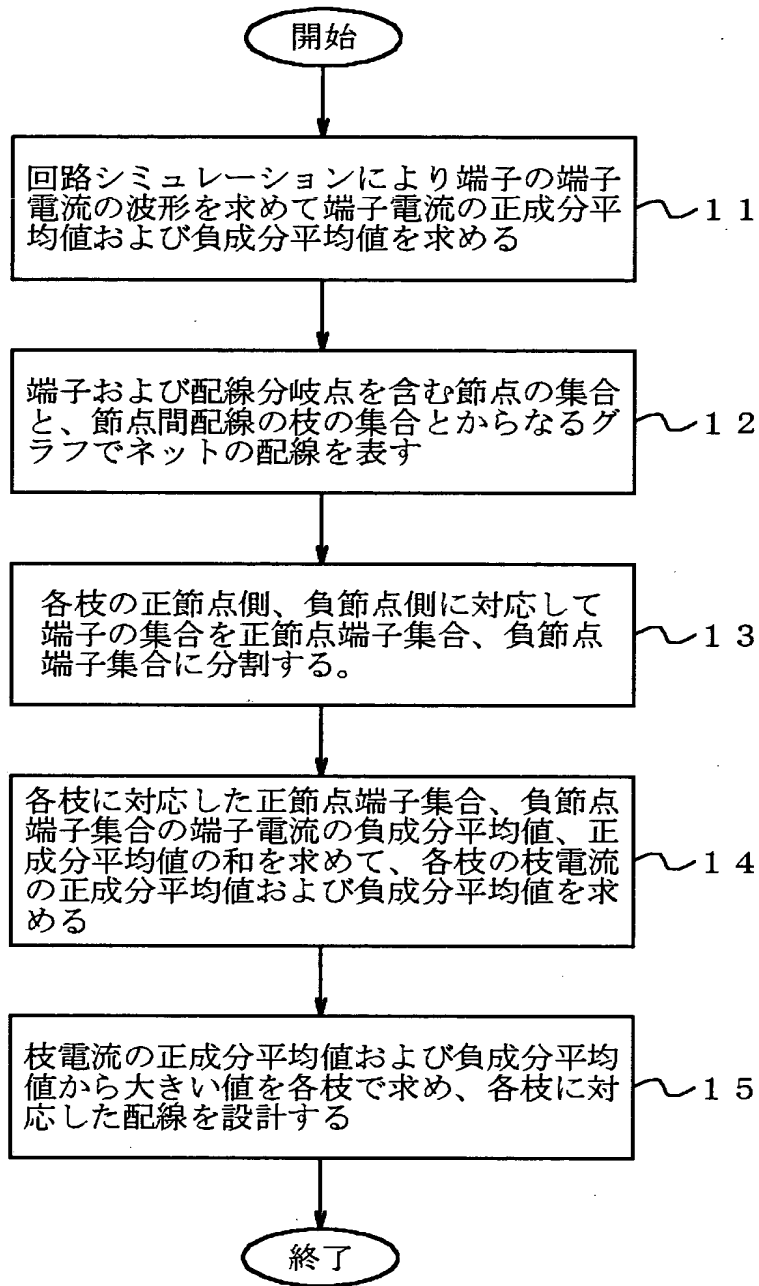
【符号の説明】

1 ～ 8 節点

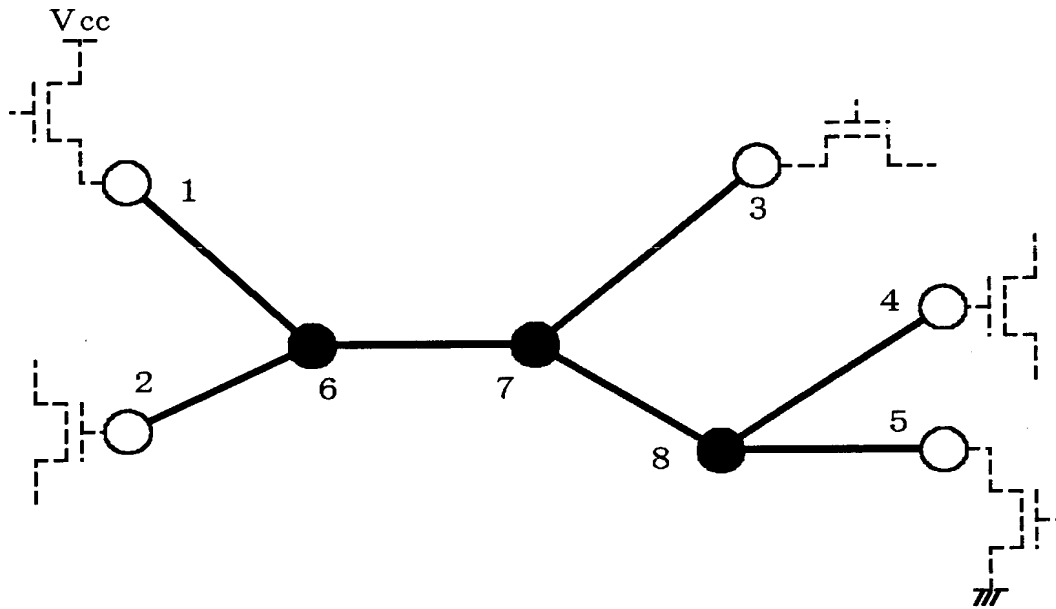
1 1 ～ 1 5, 4 1 ～ 4 5 ステップ

【書類名】 図面

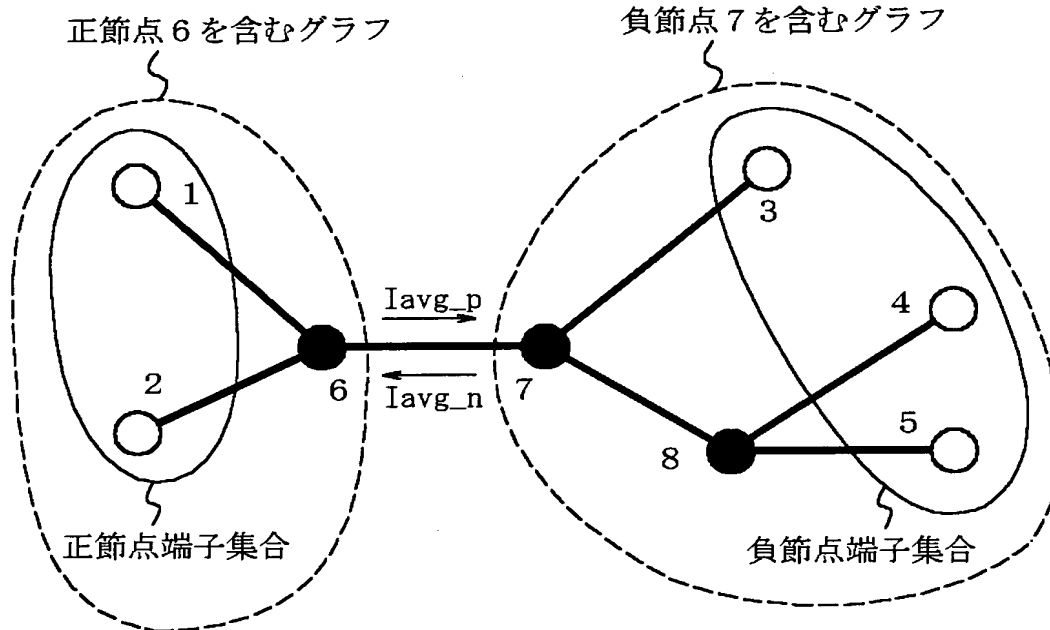
【図 1】



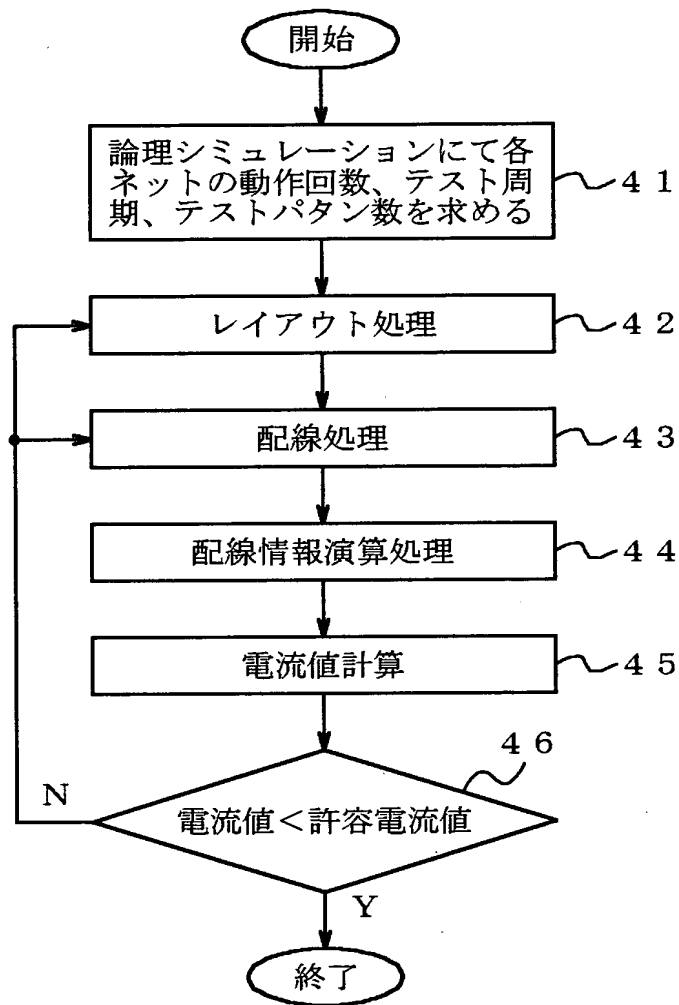
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ネット内の配線の最適化設計を容易化する。

【解決手段】 回路シミュレーションにより端子の端子電流の波形を求めて端子電流の正成分平均値および負成分平均値を求め、端子および配線分岐点を含む節点の集合と、節点間配線の枝の集合とからなるグラフでネットの配線を表す。また、枝の正節点側，負節点側に対応して端子の集合を正節点端子集合，負節点端子集合に分割し、正節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求め且つ負節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求めて小さい値を選択し枝の枝電流の正成分平均値とし、正節点端子集合の端子に流れる端子電流の正成分平均値の和を求め且つ負節点端子集合の端子に流れる端子電流の負成分平均値の和を求めて小さい値を選択し枝の枝電流の負成分平均値とする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 2 6 9 8 7
受付番号	5 0 2 0 1 1 5 4 8 5 6
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0 0 9 6
作成日	平成 1 4 年 8 月 6 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 8月 5日
-------	-------------

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-226987

【承継人】

【識別番号】 302062931

【氏名又は名称】 N E C エレクトロニクス株式会社

【承継人代理人】

【識別番号】 100109313

【弁理士】

【氏名又は名称】 机 昌彦

【提出物件の目録】

【物件名】 承継人であることを証明する登記簿謄本 1

【援用の表示】 平成15年1月10日提出の特願2002-31848
8の出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを援用
する。

【物件名】 承継人であることを証明する承継証明書 1

【援用の表示】 平成15年1月10日提出の特願2002-29761
2の出願人名義変更届（一般承継）に添付のものを援用
する。

【包括委任状番号】 0215753

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-226987
受付番号	50300205641
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	佐々木 吉正 2424
作成日	平成15年 2月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 2月10日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 3 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
氏 名	日本電気株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [302062931]

1. 変更年月日	2002年11月 1日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
氏 名	NECエレクトロニクス株式会社